



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 05 413 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
H 02 P 6/18
H 02 K 33/00
H 02 K 41/035
H 02 K 11/00
G 01 B 7/00

⑳ Aktenzeichen: 196 05 413.3
㉑ Anmeldetag: 14. 2. 98
㉒ Offenlegungstag: 11. 7. 98

DE 196 05 413 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

㉓ Anmelder:

Schinköthe, Wolfgang, Prof. Dr.-Ing., 70437
Stuttgart, DE

㉔ Erfinder:

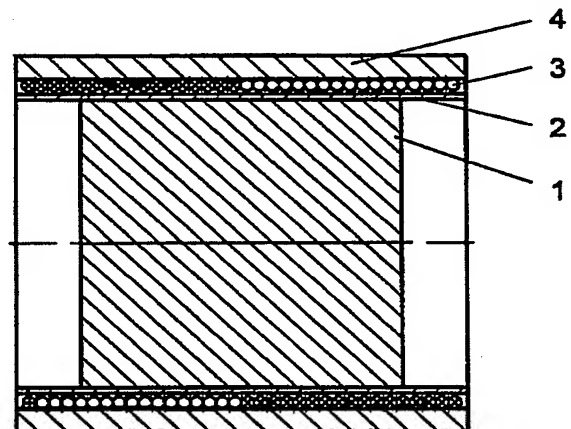
Schinköthe, Wolfgang, 70437 Stuttgart, DE; Voss,
Michael, 71229 Leonberg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Gleichstromlinearmotor mit integriertem Wegmeßsystem

⑤7 Motoren dieser Bauform besitzen keine interne Maßverkörperung und erfordern deshalb zusätzliche separate externe oder interne Wegmeßsysteme für die Anwendung als Positioniersystem.

Für eine spezielle Bauform eines rotationssymmetrischen Gleichstromlinearmotors mit integriertem Wegmeßsystem wird eine Anordnung zur dualen Nutzung der Antriebswicklungen sowohl für die Bewegungs- und Krafterzeugung als auch als Meßsystem für die Positionsbestimmung des bewegten gegenüber dem ortsfesten Teil des Antriebs vorgeschlagen, so daß separate Meßsysteme entfallen. Das beispielsweise feststehende Antriebsspulensystem (3) des Gleichstromlinearmotors ist dazu zweiteilig, jeweils identisch ausgeführt und wird sowohl mit einem Meß- als auch mit einem Stellsignal beaufschlagt. Dies kann gleichzeitig oder nacheinander erfolgen. Zur Wegmessung wird die Induktivitätsänderung in den Teilspulen des Spulensystems (3) erfaßt. Der Rückschluß (4) ist fest mit der Spule verbunden. Der Permanentmagnet (1) bildet den Läufer. Die Anordnung erlaubt den Aufbau sehr kompakter Gleichstromlinearmotoren ohne zusätzliche Meßsysteme.



DE 196 05 413 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05. 88 602 028/339

4/29

Die Erfindung betrifft einen Gleichstromlinearmotor nach dem elektrodynamischen Wirkprinzip. Diese Motoren nutzen die Kraft auf bewegte Ladungen einer bestromten Leiterwicklung in einem Magnetfeld. Das Magnetfeld kann dabei entweder von einem Permanentmagneten oder von einer zweiten stromdurchflossenen Leiterwicklung erzeugt werden. Zur Nutzung der zwischen den beiden Teilen wirkenden Kraft zur linearen Bewegung ist eine der beiden Komponenten (z. B. die Leiterwicklung) ortsfest, und die andere (im Beispielfall der Permanentmagnet oder eine zweite Leiterwicklung) stellt den bewegten Abtrieb der Anordnung dar.

Motoren dieser Bauform besitzen keine internen Maßverkörperungen und weisen keine Selbsthemmung auf. Eine bestimmte Position anzufahren bzw. eine Position zu halten, erfordert die Realisierung eines kompletten Regelkreises mit mindestens einem Meßsystem für die Wegmessung bzw. bei Forderung nach konstanten gleichförmigen Bewegungen mit einem Meßsystem für die Geschwindigkeit.

Bekannt sind an den Motor angekoppelte externe Meßsysteme oder in den Gesamtaufbau mechanisch integrierte interne Meßsysteme, die jedoch generell von der Antriebswicklung unabhängige separate Bauteile, beispielsweise Meßspulen, nutzen.

Bekannt sind auch Motoren, vorzugsweise rotatorische, die die Antriebswicklung gleichzeitig zur Lageerkennung von Übergängen zwischen unterschiedlichen Feldbereichen und damit zur Ableitung eines Kommutierungssignals nutzen.

Ebenfalls bekannt sind Motoren bzw. Schaltungen, die aus dem Spannungsabfall über der Antriebswicklung ein geschwindigkeitsproportionales Meßsignal ableiten.

Für die kontinuierliche Wegmessung sind damit derzeit stets zusätzliche separate Meßsysteme oder zumindest zusätzliche Bauteile (Meßspulen) notwendig.

Aufgabe des erfindungsgemäßen Gleichstromlinearmotors mit integriertem Wegmeßsystem ist es, durch doppelte Nutzung des Spulensystems ein wegproportionales Signal für die Läuferstellung abzuleiten und damit ein zusätzliches, aus separaten Bauteilen bestehendes, externes oder internes Wegmeßsystem überflüssig werden zu lassen.

Dazu wurde der erfindungsgemäße Gleichstromlinearmotor mit integriertem Wegmeßsystem entsprechend dem Patentanspruch 1 so ausgeführt und angesteuert, daß die Spulenwicklung gleichzeitig als Antriebs- und als Meßwicklung genutzt werden kann.

Die Nutzung der Antriebswicklung sowohl für Bewegungs- als auch für Meßaufgaben kann dabei entweder gleichzeitig bei verschiedenen Frequenzen von Meß- und Stellsignal oder in Zeitintervallen entsprechend Patentanspruch 9 erfolgen, wobei in einem, jeweils sehr kurzen Zeitintervall entweder gemessen oder gestellt wird.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist im Patentanspruch 7 angegeben, nach dem die Feldführung durch zwei Polschuhe verbessert wird.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß separate Wegsysteme bzw. separate zusätzliche Bauteile für die Wegmessung entfallen und dadurch ein wesentlich einfacherer kostengünstiger und miniaturisierbarer Aufbau erreicht werden kann.

Ein Ausführungsbeispiel des Motors und ein Ersatz-

schaltbild der Meßwertaufbereitung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend näher beschrieben.

Es stellen dar

5 Fig. 1 Schnittdarstellung des Prinzipaufbaus einer Ausführungsform eines solchen Gleichstromlinearmotors mit integriertem Wegmeßsystem.

Fig. 2 Elektrisches Ersatzschaltbild zur Meßwertaufbereitung.

10 Der Gleichstromlinearmotor mit integriertem Wegmeßsystem besteht im dargestellten Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 aus einem zylinderförmigen Permanentmagneten (1), der in axialer Richtung magnetisiert ist (Teilsystem 1). Koaxial zum Teilsystem 1 ist eine solenoidförmige Spulensystem (3) angeordnet, dessen axiale Ausdehnung größer als die des Teilsystems 1 ist. Das Spulensystem (3) besteht aus zwei axial gleich langen Bereichen (Teilspulen) mit entgegengesetzt gerichteten, im Spuleninneren axial verlaufenden Spulenfeldern. Die Spule ist in Fig. 1 schematisiert einlagig dargestellt, wobei die Umkehr des Spulenfeldes durch die unterschiedliche Richtung des Spulenstroms verdeutlicht ist. Die Anschlüsse jeder der beiden Teilspulen sind entweder separat oder unter Ausnutzung eines Mittelabgriffs nach außen geführt. Zwischen dem Permanentmagneten (1) und dem Spulensystem (3) befindet sich eine dünnwandige Führungsbuchse (2), die zur Verbesserung der Führung und zur Verminderung der Reibung dient. Die Führungsbuchse (2) besitzt in Achsrichtung die gleiche Länge wie das Spulensystem (3). Radial an das Spulensystem (3) schließt sich der Rückschluß (4) an. Er besitzt bezüglich der Bewegungsachse die gleiche Rotationssymmetrie wie das Spulensystem (3) und in Achsrichtung die gleiche Länge. Rückschluß (4), Spulensystem (3) und Führungsbuchse (2) bilden ein zweites Teilsystem. Jedes dieser beiden Teilsysteme könnte den bewegten Abtrieb und damit den Läufer bilden und das jeweils andere Teilsystem dann den feststehenden Stator.

40 Der axial magnetisierte Permanentmagnet (1) schließt seine Feldlinien über den Luftspalt zwischen den Teilsystemen, die Führungsbuchse (2), das Spulensystem (3) und den Rückschluß (4). Die im Luftspalt zwischen Magnet und Rückschluß befindlichen Teilspulen (3) erzeugen eine Axialkraft für die Abtriebsbewegung und stellen gleichzeitig das Meßsystem zur Positionsbestimmung des bewegten Permanentmagneten (1) dar.

Die zwei identischen, separaten Teilspulen stellen ohne ihre Antriebsaufgabe zu betrachten mit dem Rückschluß (4) und dem bewegten Permanentmagneten (1) ein induktives Wegmeßsystem nach dem Differentialdrosselprinzip dar.

55 Zur Realisierung eines Bewegungsvorganges werden die beiden Teilspulen mit entgegengesetztem Wicklungssinn so bestromt, daß ihre magnetischen Felder entgegengerichtet, und die Lorentzkräfte damit über den Polen gleichgerichtet sind. Die Position des bewegten Permanentmagneten (1) in axialer Richtung wird mit Hilfe der sich in Abhängigkeit der Position ändernden Induktivitäten in den Teilspulen (3) bestimmt.

Die beiden magnetisch durch den Permanentmagneten gekoppelten Spulen sind elektrisch in Reihe geschaltet. Zur Messung der Induktivitätsänderung wird dem Stellsignal gemäß Fig. 2 ein hochfrequentes Rechtecksignal kleiner Amplitude überlagert. Die über der Zeit abfallende Spannung der beiden Teilspulen wird einem Differenzverstärker zugeführt. Das verstärkte Differenzsignal wird gefiltert, um das Wegsignal auszukop-

peln und anschließend über ein Zeitintervall integriert. Am Schaltungsausgang steht ein wegababhängiges analoges Gleich Spannungssignal zur Verfügung. Das Signal ist in weiten Bereichen linear von der Position abhängig.

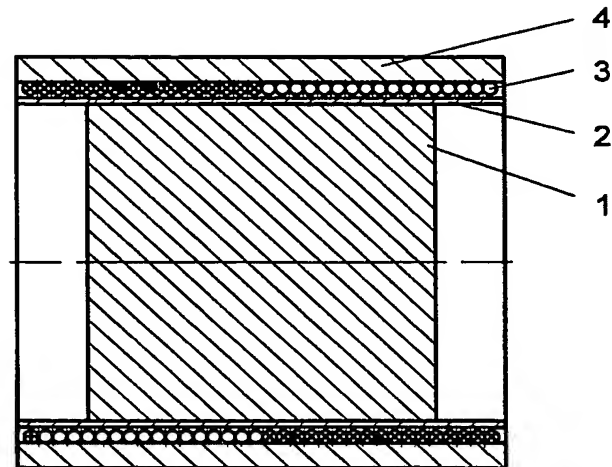
Damit kann mittels eines Antriebsspulensystems sowohl die Stellbewegung realisiert als auch ein Wegsignal erzeugt werden.

Stellsignal während der Bewegung zwar zeitlich getrennt in unterschiedlichen, jeweils sehr kurzen Zeitintervallen abgesetzt werden aber auf das gleiche Spulensystem (3) wirken.

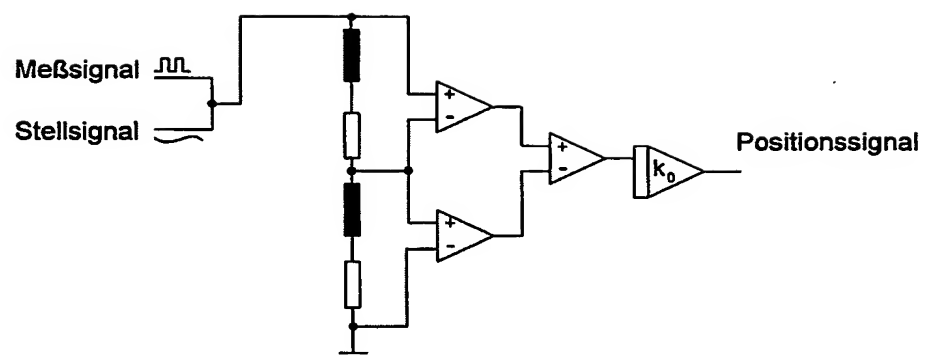
Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Gleichstromlinearmotor mit integriertem Wegmeßsystem mit einem feststehenden Stator und einem beweglichen Läufer, dadurch gekennzeichnet, daß das Spulensystem des Gleichstromlinearmotors einerseits durch Beaufschlagung mit einem Stellsignal zur Schubkrafterzeugung für die Abtriebsbewegung genutzt wird und andererseits durch Beaufschlagung mit einem Meßsignal gleichzeitig als Meßwicklung für die Wegmessung des bewegten Abtriebs dient.
2. Gleichstromlinearmotor mit integriertem Wegmeßsystem nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Gleichstrommotor aus einem ersten Teilsystem mit mindestens einem Permanentmagneten (1) und einem zweiten Teilsystem mit mindestens einem Spulensystem (3) mit einem fest verbundenen Rückschluß (4) besteht.
3. Gleichstromlinearmotor mit integriertem Wegmeßsystem nach den Patentansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den beiden Teilsystemen sich ein geringer Luftspalt und gegebenenfalls eine Führungsbuchse (2) befindet, wobei jedes dieser Teilsysteme den bewegten Abtrieb und damit den Läufer bilden kann, und das andere Teilsystem dann den feststehenden Stator darstellt.
4. Gleichstromlinearmotor mit integriertem Wegmeßsystem nach den Patentansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Spulensystem (3) des Gleichstromlinearmotors aus zwei separaten, hintereinanderliegenden, identischen Teilspulen entgegengesetzten Wicklungssinns aufgebaut ist.
5. Gleichstromlinearmotor mit integriertem Wegmeßsystem nach den Patentansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlüsse jeder der beiden Teilspulen entweder separat oder unter Ausnutzung eines Mittenabgriffs nach außen geführt sind.
6. Gleichstromlinearmotor mit integriertem Wegmeßsystem nach den Patentansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Induktivitätsänderung infolge der relativen Verschiebung zwischen dem Permanentmagneten (1) und den zwei hintereinanderliegenden, identischen Teilspulen (3) elektronisch zur Wegmessung ausgewertet wird.
7. Gleichstromlinearmotor mit integriertem Wegmeßsystem nach den Patentansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß axial am Permanentmagneten (1) zur besseren Feldführung zwei Polschuhe angeordnet sind.
8. Gleichstromlinearmotor mit integriertem Wegmeßsystem nach den Patentansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsignal dem Stellsignal überlagert ist, und dadurch sowohl Wegmessung als auch Stellen des Antriebs gleichzeitig mit nur einem Spulensystem (3) möglich ist.
9. Gleichstromlinearmotor mit integriertem Wegmeßsystem nach den Patentansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsignal und das



Figur 1



Figur 2